

(5) JP 11-262542

[Title of the Invention] EXERCISE THERAPY DEVICE AND CONTROL  
METHOD OF THE EXERCISE THERAPY DEVICE

[Abstract]


[Problem to be Solved]

When the muscle power of a training performer is inferior as compared with the cardiorespiratory function (for example, a patient who has had a leg operation, and the like), there arises the problem that the exercise load given to the performer is too large that the performer cannot rotate a pedal 2 of an ergometer 1 and it sometimes becomes difficult for the performer to perform the muscle power training.

[Solution]

A muscle power value  $F_a$  of the performer who performs muscle power training is estimated in advance, and a load amount  $F$  of a load motor 21 is controlled based on the muscle power value  $F_a$  of the performer.

(19) 日本經濟片 (19)

(2)  (A)

00 臺灣王國公園路

第 262542 号

(43) 公開日 平成11年(1999) 6 月28日

(5) Int. Cl.<sup>7</sup>

陈世英

158

4628 22/06

A 6 3 3 22/08

H

A 61K 1/32

43 15 1/32

A03B 21/015

AD 33 21/012

審査請求 未請求 請求項の数22 OL (全10頁)

(2) 出題番号 総研平10-87419

(22)出願日 平成10年(1998)3月17日

(7) 出票人 990906013

三、~~新~~ 總 機 式 合 格

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 樂蜀 山 影 集

— 102 —

(72) 發明者 水島 功

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱物産株式会社内

(72) 解題者 塚 俊彦

東京千代田区丸の内二丁目2番2号 三  
株式会社

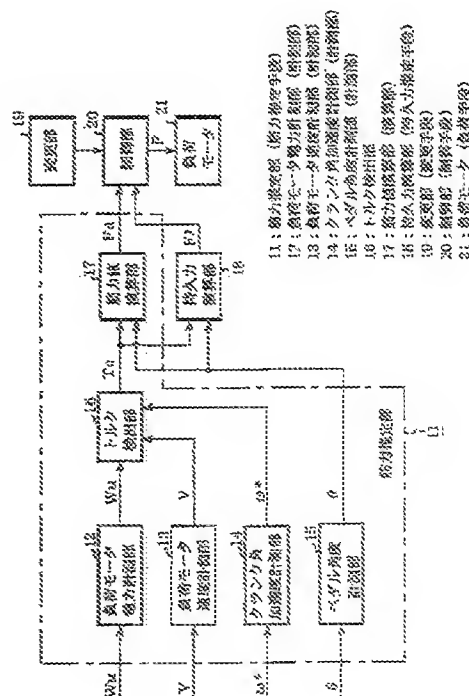
(74) 代理人 弁護士 田邊 隆昭 (先1名)

(64) 【事項の名称】 運動療法装束及び運動療法装束の縫製方法

(57) 【要約】

【課題】 実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合には（例えば、足を手術した患者等）、実施者に与える運動負荷が大き過ぎてエルゴメータ1のペダル2を回転させることができず、筋力トレーニングの実施が困難になる場合があるという課題があった。

【解決手段】 予め、筋力トレーニングを実施する実施者の筋力値 $F_0$ を推定し、その実施者の筋力値 $F_0$ に基づいて負荷モータ21の負荷量 $F$ を制御するようにしたものである。



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-262542

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月28日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

A 6 3 B 22/06

A 6 3 B 22/06

H

A 6 1 H 1/02

A 6 1 H 1/02

Q

A 6 3 B 21/015

A 6 3 B 21/015

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-67419

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月17日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 山田 純生

神奈川県横浜市中区青葉区鶴巻町533, 東5-102

(72) 発明者 水原 功

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 堤 俊彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

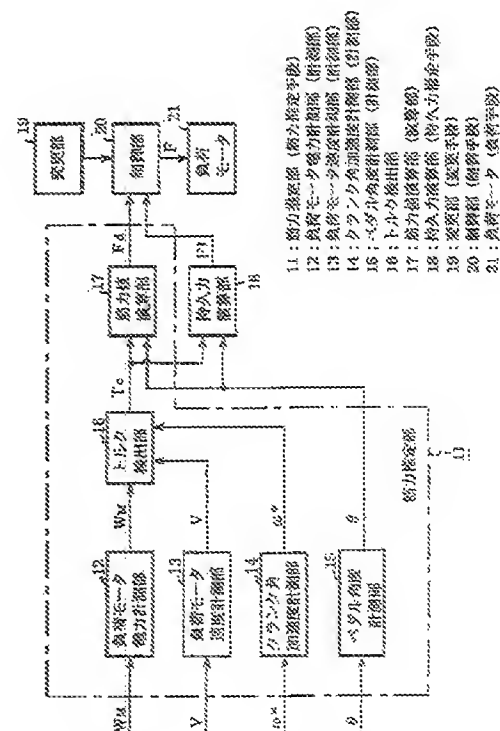
(74) 代理人 弁護士 田淵 博昭 (外1名)

(54) 【発明の名称】 運動療法装置及び運動療法装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合には（例えば、足を手術した患者等）、実施者に与える運動負荷が大き過ぎてエルゴメータ1のペダル2を回転させることができず、筋力トレーニングの実施が困難になる場合があるという課題があった。

【解決手段】 予め、筋力トレーニングを実施する実施者の筋力値 $F_c$ を推定し、その実施者の筋力値 $F_c$ に基づいて負荷モータ21の負荷量 $F$ を制御するようにしたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 筋力トレーニングを実施する実施者に運動負荷を与える負荷手段と、その実施者の筋力値に基づいて上記負荷手段の負荷量を制御する制御手段とを備えた運動療法装置。

【請求項2】 実施者の筋力値を推定する筋力推定手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の運動療法装置。

【請求項3】 筋力推定手段は、実施者が踏み込むペダルが取り付けられたクランクの回転トルクと、そのクランクに対するペダルの角度から実施者の筋力値を推定することを特徴とする請求項2記載の運動療法装置。

【請求項4】 筋力推定手段は、アイソキネティック運動様式の下で検出された回転トルクと、クランクに対するペダルの角度を用いて実施者の筋力値を推定することを特徴とする請求項3記載の運動療法装置。

【請求項5】 筋力推定手段は、負荷手段を構成する負荷モータの消費電力及び回転速度、クランクの角加速度並びにクランクに対するペダルの角度を計測する計測部と、上記計測部により計測された負荷モータの消費電力及び回転速度とクランクの角加速度からクランクの回転トルクを検出するトルク検出部と、上記トルク検出部により検出された回転トルク及び上記計測部により計測されたペダルの角度から実施者の筋力値を演算する演算部とから構成されたことを特徴とする請求項3記載の運動療法装置。

【請求項6】 制御手段は、筋力推定手段が実施者の筋力値を推定する推定モードの場合には、負荷手段の負荷量を所定の基準値に設定することを特徴とする請求項2から請求項5のうちのいずれか1項記載の運動療法装置。

【請求項7】 基準値を変更する変更手段を設けたことを特徴とする請求項6記載の運動療法装置。

【請求項8】 制御手段は、実施者が筋力をトレーニングするトレーニングモードの場合には、負荷手段における負荷量の初期値を筋力推定手段により推定された筋力値に基づいて設定することを特徴とする請求項2から請求項7のうちのいずれか1項記載の運動療法装置。

【請求項9】 制御手段は、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って負荷手段の負荷量を減じ

【請求項10】 筋力値は最大筋力値であることを特徴とする請求項1から請求項9のうちのいずれか1項記載の運動療法装置。

【請求項11】 制御手段は、実施者の筋持久力に基づいて負荷量の減少率を決定することを特徴とする請求項9記載の運動療法装置。

【請求項12】 実施者の筋持久力を推定する持久力推定手段を設けたことを特徴とする請求項11記載の運動療法装置。

【請求項13】 制御手段は、筋持久力の向上を目的とする筋力トレーニングを実施する場合には、最大筋力値の向上を目的とする筋力トレーニングを実施する場合に比べて、負荷量の初期値を小さく設定するとともに、運動時間を長く設定することを特徴とする請求項8記載の運動療法装置。

【請求項14】 制御手段は、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って初期値を越えない範囲内で負荷量をランダムに変更することを特徴とする請求項8記載の運動療法装置。

【請求項15】 制御手段は、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って推定モードとトレーニングモードを交互に繰り返し、推定モードからトレーニングモードに移行する際、負荷手段における負荷量の初期値を直前の推定モードにおいて推定手段により推定された筋力値に基づいて設定することを特徴とする請求項2から請求項14のうちのいずれか1項記載の運動療法装置。

【請求項16】 実施者のバイタル情報を計測する計測手段を設けたことを特徴とする請求項1から請求項15のうちのいずれか1項記載の運動療法装置。

【請求項17】 計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、その旨を表示する表示手段を設けたことを特徴とする請求項16記載の運動療法装置。

【請求項18】 計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、警報音を発生する報知手段を設けたことを特徴とする請求項16記載の運動療法装置。

【請求項19】 制御手段は、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷手段の負荷量を零に変更することを特徴とする請求項16から請求項18のうちのいずれか1項記載の運動療法装置。

【請求項20】 制御手段は、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷手段の負荷量を実施者がクランクを回転させることができない範囲の値に変更することを特徴とする請求項16から請求項18のうちのいずれか1項記載の運動療法装置。

【請求項21】 制御手段は、計測手段により計測されたバイタル情報を考慮して負荷手段の負荷量を制御することを特徴とする請求項16から請求項18のうちのいずれか1項記載の運動療法装置。

【請求項22】 予め、筋力トレーニングを実施する実施者の筋力値を推定し、その実施者の筋力値に基づいて実施者に運動負荷を与える負荷手段の負荷量を制御する運動療法装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、筋力の回復や増

強を図る必要がある患者等が使用する運動療法装置及び運動療法装置の制御方法に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】図9は例えば特公平7-47053号公報に示された従来の運動療法装置を示す構成図であり、図において、1は筋力トレーニングの実施に使用するエルゴメータ、2はエルゴメータ1のペダル、3はエルゴメータ1の電磁ブレーキ、4は筋力トレーニングを実施する実施者の腕を圧迫するカフ、5は実施者のコロトコフ音を検出するマイクروفオン、6はマイクروفオン5により検出されたコロトコフ音に基づいてカフ4の圧力を制御して、実施者の血圧値と脈拍数を測定する測定装置、7は目標値を設定する設定器、8は実施者の血圧値と脈拍数の積を労作強度値とし、その労作強度値が目標値に一致するように電磁ブレーキ3の制動トルクを調整するコントローラ、9は労作強度値が警報値を越えると異常内容を表示する表示器である。

【0003】次に動作について説明する。まず、筋力トレーニングを実施する実施者が、筋力トレーニングを実施するに先だって設定器7から年齢や性別等を入力すると、コントローラ8が実施者の年齢や性別等を考慮して目標値を設定する。そして、実施者が腕をカフ4に通したのち、実際に、ペダル2の踏み込みを開始すると、測定装置6が実施者の血圧値と脈拍数を測定する。

【0004】このようにして、測定装置6が実施者の血圧値と脈拍数を測定すると、コントローラ8は、実施者の血圧値に脈拍数を乗算して、労作強度値を演算する。そして、コントローラ8は、実施者の労作強度値が目標値を上回っている場合には、実施者に与える負荷が大き過ぎるため、電磁ブレーキ3の制動トルクが小さくなるように調整し、実施者の労作強度値が目標値を下回っている場合には、実施者に与える負荷が小さ過ぎるため、電磁ブレーキ3の制動トルクが大きくなるように調整する。これにより、労作強度値が目標値に一致する状態に保持されながら実施者は筋力トレーニングを継続することができるようになる。なお、生体情報（例えば、血圧と脈拍数の積）の変曲点を検出し、その変曲点が生じたときのランプ負荷の値を筋持久力の測定値とする技術が特公平7-38885号公報に開示されている。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の運動療法装置は以上のように構成されているので、心肺機能と筋力のバランスが良好の実施者の場合には、労作強度値が目標値に一致する状態で筋力トレーニングを実施することができるが、実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合には（例えば、足を手術した患者等）、実施者に与える運動負荷が大き過ぎてエルゴメータ1のペダル2を回転させることができず、筋力トレーニングの実施が困難になる場合があるなどの課題があった。

【0006】この発明は上記のような課題を解決するた

めになされたもので、実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合でも、実施者の筋力に見合った運動負荷を与えることができる運動療法装置を得ることを目的とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】この発明に係る運動療法装置は、実施者の筋力値に基づいて負荷手段の負荷量を制御するようにしたものである。

【0008】この発明に係る運動療法装置は、実施者の筋力値を推定する筋力推定手段を設けたものである。

【0009】この発明に係る運動療法装置は、実施者が踏み込むペダルが取り付けられたクランクの回転トルクと、そのクランクに対するペダルの角度から実施者の筋力値を推定するようにしたものである。

【0010】この発明に係る運動療法装置は、アイソキネティック運動様式の下で検出された回転トルクと、クランクに対するペダルの角度を用いて実施者の筋力値を推定するようにしたものである。

【0011】この発明に係る運動療法装置は、負荷モータの消費電力及び回転速度とクランクの角加速度からクランクの回転トルクを検出するトルク検出部を設けるとともに、その回転トルクとペダルの角度から実施者の筋力値を演算する演算部を設けたものである。

【0012】この発明に係る運動療法装置は、筋力推定手段が実施者の筋力値を推定する推定モードの場合には、負荷手段の負荷量を所定の基準値に設定するようにしたものである。

【0013】この発明に係る運動療法装置は、基準値を変更する変更手段を設けたものである。

【0014】この発明に係る運動療法装置は、実施者が筋力をトレーニングするトレーニングモードの場合には、負荷手段における負荷量の初期値を筋力推定手段により推定された筋力値に基づいて設定するようにしたものである。

【0015】この発明に係る運動療法装置は、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って負荷手段の負荷量を減じるようにしたものである。

【0016】この発明に係る運動療法装置は、実施者の最大筋力値に基づいて負荷手段の負荷量を制御するようにしたものである。

【0017】この発明に係る運動療法装置は、実施者の筋持久力に基づいて負荷量の減少率を決定するようにしたものである。

【0018】この発明に係る運動療法装置は、実施者の筋持久力を推定する持久力推定手段を設けたものである。

【0019】この発明に係る運動療法装置は、筋持久力の向上を目的とする筋力トレーニングを実施する場合には、最大筋力値の向上を目的とする筋力トレーニングを実施する場合に比べて、負荷量の初期値を小さく設定す

るとともに、運動時間を長く設定するようにしたものである。

【0020】この発明に係る運動療法装置は、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って初期値を越えない範囲内で負荷量をランダムに変更するようにしたものである。

【0021】この発明に係る運動療法装置は、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って推定モードとトレーニングモードを交互に繰り返し、推定モードからトレーニングモードに移行する際、負荷手段にお

ける負荷量の初期値を直前の推定モードにおいて推定手段により推定された筋力値に基づいて設定するようにしたものである。

【0022】この発明に係る運動療法装置は、実施者のバイタル情報を計測する計測手段を設けたものである。

【0023】この発明に係る運動療法装置は、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、その旨を表示する表示手段を設けたものである。

【0024】この発明に係る運動療法装置は、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、警報音を発生する報知手段を設けたものである。

【0025】この発明に係る運動療法装置は、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷手段の負荷量を零に変更するようにしたものである。

【0026】この発明に係る運動療法装置は、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷手段の負荷量を実施者がクランクを回転させることができない範囲の値に変更するようにしたものである。

【0027】この発明に係る運動療法装置は、計測手段により計測されたバイタル情報を考慮して負荷手段の負荷量を制御するようにしたものである。

【0028】この発明に係る運動療法装置の制御方法は、予め、筋力トレーニングを実施する実施者の筋力値を推定し、その実施者の筋力値に基づいて実施者に運動負荷を与える負荷手段の負荷量を制御するようにしたものである。

【0029】  
【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1による運動療法装置を示す構成図であり、図において、11は筋力トレーニングを実施する実施者の筋力値F<sub>0</sub>を推定する筋力推定部（筋力推定手段）、12は実施者に運動負荷を与える負荷モータ21の消費電力W<sub>0</sub>を計測する負荷モータ電力計測部（計測部）、13は負荷モータ21の回転速度Vを計測する負荷モータ速度計測部（計測部）、14は実施者が踏み込むペダル33が取り付けられたクランク32（図2を参照）の角加速度 $\omega^{\circ}$ を計測

するクランク角加速度計測部（計測部）、15はクランク32に対するペダル33の角度 $\theta$ を計測するペダル角度計測部（計測部）、16は負荷モータ21の消費電力W<sub>0</sub>及び回転速度Vとクランク32の角加速度 $\omega^{\circ}$ からクランク32の回転トルクT<sub>0</sub>を検出するトルク検出部、17はトルク検出部16により検出された回転トルクT<sub>0</sub>及びペダル角度計測部15により計測されたペダル33の角度 $\theta$ から実施者の筋力値F<sub>0</sub>を演算する筋力値演算部（演算部）、18は実施者の筋持久力F<sub>0</sub>を推定する持久力演算部（持久力推定手段）である。

【0030】また、19は筋力推定部11が実施者の筋力値F<sub>0</sub>を推定する際に設定される負荷モータ21の負荷量Fを必要に応じて変更する変更部（変更手段）、20は筋力推定部11により推定された実施者の筋力値F<sub>0</sub>等に基づいて負荷モータ21の負荷量Fを制御する制御部（制御手段）、21は筋力トレーニングを実施する実施者に運動負荷を与える負荷モータ（負荷手段）である。

【0031】図2はこの発明の実施の形態1による運動療法装置を示す断面図であり、図において、31は実施者が座る椅子、32は実施者が踏み込むペダル33が取り付けられたクランク、33は実施者が踏み込むペダル、34はペダル軸プーリー、35は中間プーリー、36、37はベルト、38はハンドル、39は実施者に各種情報を提示する表示部（表示手段）である。なお、図3はこの発明の実施の形態1による運動療法装置の制御方法を示すフローチャートである。

【0032】次に動作について説明する。まず、筋力トレーニングを実施する実施者が椅子31に座った状態で、例えば、図示せぬスタートスイッチを押すと、これから実施者の筋力値（最大筋力値）と筋持久力を推定する処理を実施する旨を示す情報が表示部39に表示される。具体的には、実施者の筋力値F<sub>0</sub>を推定する際には、例えば、左右のペダル33を全力で5回踏み込むように指示する内容の情報が表示される。一方、筋持久力F<sub>0</sub>を推定する際には、例えば、左右のペダル33を連続的に25回踏み込むように指示する内容の情報が表示される。

【0033】そして、実施者の筋力値F<sub>0</sub>を推定する際には、図5に示すように、負荷モータ21の負荷量Fが症例別に用意された基準値F<sub>1</sub>に設定され（実施者の病状等を示す個人データが制御部20に登録されており、制御部20が個人データを参照して、基準値F<sub>1</sub>を選択する。ただし、実施者は必要に応じて変更部19を操作して基準値F<sub>1</sub>を変更することができる。）、実施者が左右のペダル33を全力で踏み込むごとに、負荷モータ電力計測部12が負荷モータ21の消費電力W<sub>0</sub>を計測し、負荷モータ速度計測部13が負荷モータ21の回転速度Vを計測する。また、クランク角加速度計測部14がクランク32の角加速度 $\omega^{\circ}$ を計測し、ペダル角度計

側部15がクランク32に対するペダル33の角度 $\theta$ を計測する(ステップST1)。なお、これらの計測結果は、実施者の体重が運動筋に負荷された状態で計測されるアイソキネティック運動様式が採用されている。

【0034】そして、負荷モータ21の消費電力 $W_r$ 等が計測されるごとに、例えばクランク32の一回転で一回計測されるごとにトルク検出部16が、負荷モータ21の消費電力 $W_r$ 、負荷モータ21の回転速度 $V$ 及びクランク32の角加速度 $\omega^*$ を下記の演算式に代入して、クランク32の回転トルク $T_r$ を検出する(ステップS

$$T_r = (W_r / V) + T_r + (\omega^* \times (J_r + J_p))$$

そして、トルク検出部16がクランク32の回転トルク $T_r$ を検出するごとに、筋力値演算部17が、クランク32の回転トルク $T_r$ とクランク32に対するペダル33の角度 $\theta$ を下記の演算式に代入して、実施者の筋力値 $F_r$ を演算する(図4を参照)。

$$F_r = T_r / (r_p \times \cos \theta)$$

【0035】そして、筋力値演算部17は、実施者の筋力値 $F_r$ を5回演算すると、その中の最大の筋力値 $F_r$ を実施者の筋力値 $F_r$ (最大筋力値)であると推定し(ステップST3)、その筋力値 $F_r$ を制御部20に出力する。

【0036】一方、実施者の筋持久力 $F_r$ を推定する際には、図5に示すように、負荷モータ21の負荷量 $F$ が症例別に用意された基準値 $F_2$ に設定され(実施者の病状等を示す個人データが制御部20に登録されており、制御部20が個人データを参照して、基準値 $F_2$ を選択する。ただし、実施者は必要に応じて変更部19を操作して基準値 $F_2$ を変更することができる。)、実施者が左右のペダル33を連続的に25回踏み込むと、負荷モータ電力計測部12が負荷モータ21の消費電力 $W_r$ を計測し、負荷モータ速度計測部13が負荷モータ21の回転速度 $V$ を計測する。また、クランク角加速度計測部14がクランク32の角加速度 $\omega^*$ を計測し、ペダル角度計測部15がクランク32に対するペダル33の角度 $\theta$ を計測する(ステップST4)。なお、これらの計測結果は、実施者の体重が運動筋に負荷された状態で計測されるアイソキネティック運動様式が採用されている。

【0037】そして、負荷モータ21の消費電力 $W_r$ 等が計測されるごとに、例えばクランク32の一回転で一回計測されるごとにトルク検出部16が、負荷モータ21の消費電力 $W_r$ 、負荷モータ21の回転速度 $V$ 及びクランク32の角加速度 $\omega^*$ を下記の演算式に代入して、クランク32の回転トルク $T_r$ を検出する(ステップS

$$T_r = (W_r / V) + T_r + (\omega^* \times (J_r + J_p))$$

そして、トルク検出部16がクランク32の回転トルク $T_r$ を検出するごとに、筋力値演算部17が、クランク32の回転トルク $T_r$ とクランク32に対するペダル3

3の角度 $\theta$ を下記の演算式に代入して、実施者の筋力値 $F_r$ を演算する(図4を参照)。

$$F_r = T_r / (r_p \times \cos \theta)$$

【0038】そして、持久力演算部18は、筋力値 $F_r$ の演算を終了すると、最初から数えて4、5、6回目のピーク値の平均値 $F_r$ と、最後の3回(23、24、25回目)のピーク値の平均値 $F_r$ を求め、平均値 $F_r$ と平均値 $F_r$ から筋持久力 $F_r$ を推定し(ステップST6)、その筋持久力 $F_r$ を制御部20に出力する。

$$F_r = (F_r / F_r) \times 100$$

【0039】このようにして、実施者の筋力値 $F_r$ が筋力推定部11から出力されると、制御部20が、筋力値 $F_r$ 等を推定する推定モードから筋力をトレーニングするトレーニングモードに移行する旨の情報を表示部39に表示するが、筋持久力の向上を目的とする筋力トレーニングを実施する場合には、実施者の筋力値 $F_r$ (最大筋力値)の20~40%の筋力で長時間トレーニングを実施できるようにするため、制御部20が、下記に示すように、負荷モータ21における負荷量 $F$ の初期値を実施者の筋力値 $F_r$ に基づいて設定するとともに、運動時間を設定する(ステップST7)。

$$F = F_r \times K1$$

ただし、 $K1$ は0.2~0.4の値の係数

【0040】一方、最大筋力値の向上を目的とする筋力トレーニングを実施する場合には、短時間のトレーニングであるが、実施者の筋力値 $F_r$ (最大筋力値)の40~80%の筋力でトレーニングを実施できるようにするため、制御部20が、下記に示すように、負荷モータ21における負荷量 $F$ の初期値を実施者の筋力値 $F_r$ に基づいて設定するとともに、運動時間を設定する(ステップST7)。

$$F = F_r \times K2$$

ただし、 $K2$ は0.4~0.8の値の係数

【0041】そして、負荷モータ21における負荷量 $F$ の初期値が設定された後、実施者が実際に筋力トレーニングを開始すると、負荷量 $F$ の運動負荷が実施者に与えられるが、時間の経過に伴って疲労が蓄積し、負荷量 $F$ が初期値のままでは、運動負荷が大き過ぎてペダル33を回転させることができず、筋力トレーニングの実施が困難になる場合があるので、制御部20は、図6に示すように、時間の経過に伴って負荷モータ21の負荷量 $F$ を減じるように制御する(ステップST8)。

【0042】具体的は、実施者の筋持久力 $F_r$ に基づいて負荷量の減少率 $G$ を決定し、時間の経過に伴って負荷モータ21の負荷量 $F$ を減じるように制御する。

$$G = 1 - (筋持久力F_r / 100)$$

$$F = (F_r \times K1) \times (1 - G \times t)$$

そして、筋力トレーニングの開始後、設定された運動時間を経過すると、負荷モータ21の負荷量 $F$ が零になり、筋力トレーニングが終了する。



【0043】以上で明らかなように、この実施の形態1によれば、予め、筋力トレーニングを実施する実施者の筋力値 $F_0$ を推定し、その実施者の筋力値 $F_0$ に基づいて負荷モータ21の負荷量 $F$ を制御するように構成したので、実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合でも、実施者の筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果を奏する。

【0044】実施の形態2。上記実施の形態1では、実施者の筋力値 $F_0$ に係数 $K1$ または $K2$ を乗算し、その乗算結果を負荷モータ21における負荷量 $F$ の初期値とするものについて示したが、筋力の推定モード時の負荷モータ21の1分間の回転数 $N$  (rpm)を検出し、その回転数 $N$ と実施者の筋力値 $F_0$ を下記に示す演算式に代入し、その演算結果を負荷モータ21における負荷量 $F$  (ワット)の初期値とするようにしてもよく、上記実施の形態1と同様の効果を奏することができる。

$$F = F_0 \times r \times N \times \sin \theta \times 9.55$$

【0045】実施の形態3。上記実施の形態1、実施の形態2では、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って負荷モータ21の負荷量 $F$ を減じるものについて示したが、初期値を越えない範囲内で負荷量 $F$ をランダムに変更するようにしてもよい。具体的には、図6に示すように、筋持久力の向上を目的とする筋力トレーニングと、最大筋力値の向上を目的とする筋力トレーニングを交互に繰り返すようにしてもよい。これにより、実施者の筋力の状態によっては、同時に、筋持久力の向上と最大筋力値の向上を図ることができる効果を奏する。

【0046】実施の形態4。上記実施の形態1から実施の形態3では、実施者の筋力値 $F_0$ を推定する推定モードの後に、実施者が筋力をトレーニングするトレーニングモードに移行するものについて示したが、図7に示すように、時間の経過に伴って推定モードとトレーニングモードを交互に繰り返す、推定モードからトレーニングモードに移行する際、負荷モータ21における負荷量 $F$ の初期値を直前の推定モードにおいて推定された筋力値 $F_0$ に基づいて設定するようにしてもよい。これにより、時間の経過に伴って疲労が蓄積されても、そのときの筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果を奏する。

【0047】実施の形態5。図8はこの発明の実施の形態5による運動療法装置を示す構成図であり、図において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。41は実施者の血圧や心拍数等のバイタル情報を計測するバイタル情報計測部(計測手段)、42はバイタル情報計測部41により計測されたバイタル情報を表示部39に表示するとともに、そのバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、その旨を表示部39に表示する表示インタフェース部(表示手段)、43は図1の制御部20と同様の機能を有する他に、バイタル情

報計測部41により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷モータ21の負荷量 $F$ を零に変更する制御部(制御手段)である。

【0048】次に動作について説明する。筋力推定部11及び持久力演算部18等の動作は上記実施の形態1等と同様であるため説明を省略する。まず、バイタル情報計測部41が、実施者の血圧や心拍数等のバイタル情報を計測すると、そのバイタル情報が表示インタフェース部42に出力され、表示インタフェース部42が、そのバイタル情報を表示部39に表示するが、表示インタフェース部42は、常時、そのバイタル情報を監視する。

【0049】そして、表示インタフェース部42は、そのバイタル情報が警報値を逸脱した場合には(例えば、実施者の最高血圧が150を越えた場合)、実施者にトレーニングの中止を促すため、その旨を表示部39に表示するとともに、制御部43にその旨を通知する。そして、制御部43は、表示インタフェース部42から通知を受けると、負荷モータ21の負荷量 $F$ を零に変更し、実施者の筋力トレーニングを強制的に中止させる。

【0050】以上で明らかなように、この実施の形態5によれば、実施者のバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、その旨を表示部39に表示するように構成したので、実施者は体調に異変が生じたことを認識することができる効果を奏する。また、実施者のバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷モータ21の負荷量 $F$ を零に変更するように構成したので、実施者の体調に異変が生じた場合には、筋力トレーニングを強制的に中止させることができる効果を奏する。

【0051】実施の形態6。上記実施の形態5では、実施者のバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、その旨を表示部39に表示するものについて示したが、警報音を発生するスピーカ(報知手段)等を設けるようにしてもよく、上記実施の形態5と同様の効果を奏することができる。

【0052】実施の形態7。上記実施の形態5では、実施者のバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷モータ21の負荷量 $F$ を零に変更するものについて示したが、負荷モータ21の負荷量 $F$ を実施者がクランク32を回転させることができない範囲の値に変更するようにしてもよい。具体的には、制御部43が、負荷モータ21の負荷量 $F$ を実施者の筋力値 $F_0$ (最大筋力値)より大きい値に変更する。これにより、実施者はクランク32を回転させることができなくなり、結果として、筋力トレーニングを強制的に中止させることになる。

【0053】実施の形態8。上記実施の形態1から実施の形態7では、実施者の筋力値 $F_0$ 等に基づいて負荷モータ21の負荷量 $F$ を制御するものについて示したが、実施者のバイタル情報を考慮して負荷モータ21の負荷量 $F$ を制御するようにしてもよい。具体的には、例えば、実施者の血圧が140より高い場合には、実施者の



筋力値F<sub>0</sub>に基づいて初期設定された負荷モータ21の負荷量Fを20%程度減じるようにする。これにより、実施者の健康状態が考慮された筋力トレーニングの実施を可能にする効果を奏する。

#### 【0054】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、実施者の筋力値に基づいて負荷手段の負荷量を制御するように構成したので、実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合でも、実施者の筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果がある。

【0055】この発明によれば、実施者の筋力値を推定する筋力推定手段を設けるように構成したので、実施者が自己の筋力値を認識しておらず、自己の筋力値を設定できない場合でも、実施者の筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果がある。

【0056】この発明によれば、実施者が踏み込むペダルが取り付けられたクランクの回転トルクと、そのクランクに対するペダルの角度から実施者の筋力値を推定するように構成したので、実施者の筋力値を推定するために実施者が特別の運動を実施することなく、実施者の筋力値を推定することができる効果がある。

【0057】この発明によれば、アイソキネティック運動様式の下で検出された回転トルクと、クランクに対するペダルの角度を用いて実施者の筋力値を推定するように構成したので、実際の筋力発揮場面に即した運動筋力を推定することができる効果がある。

【0058】この発明によれば、負荷モータの消費電力及び回転速度とクランクの角加速度からクランクの回転トルクを検出するトルク検出部を設けるとともに、その回転トルクとペダルの角度から実施者の筋力値を演算する演算部を設けるように構成したので、簡単な構成で実施者の筋力値を推定することができる効果がある。

【0059】この発明によれば、筋力推定手段が実施者の筋力値を推定する推定モードの場合には、負荷手段の負荷量を所定の基準値に設定するように構成したので、実施者の筋力値を推定する際に、実施者の病状等を考慮した運動負荷を与えることができる効果がある。

【0060】この発明によれば、基準値を変更する変更手段を設けるように構成したので、実施者が必要に応じて基準値を変更することができる効果がある。

【0061】この発明によれば、実施者が筋力をトレーニングするトレーニングモードの場合には、負荷手段における負荷量の初期値を筋力推定手段により推定された筋力値に基づいて設定するように構成したので、実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合でも、実施者の筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果がある。

【0062】この発明によれば、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って負荷手段の負荷量を減じるように構成したので、時間の経過に伴って疲労が

蓄積されても、筋力トレーニングを継続することができる効果がある。

【0063】この発明によれば、実施者の最大筋力値に基づいて負荷手段の負荷量を制御するように構成したので、実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合でも、実施者の筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果がある。

【0064】この発明によれば、実施者の筋持久力に基づいて負荷量の減少率を決定するように構成したので、実施者に常に適切な運動負荷を与えることができる効果がある。

【0065】この発明によれば、実施者の筋持久力を推定する持久力推定手段を設けるように構成したので、実施者が自己の筋持久力を認識しておらず、自己の筋持久力を設定できない場合でも、実施者の筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果がある。

【0066】この発明によれば、筋持久力の向上を目的とする筋力トレーニングを実施する場合には、最大筋力値の向上を目的とする筋力トレーニングを実施する場合に比べて、負荷量の初期値を小さく設定するとともに、運動時間を長く設定するように構成したので、筋力トレーニングの目的に沿ったトレーニングの実施が可能になる効果がある。

【0067】この発明によれば、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って初期値を越えない範囲内で負荷量をランダムに変更するように構成したので、実施者の筋力の状態によっては、同時に、筋持久力の向上と最大筋力値の向上を図ることができる効果がある。

【0068】この発明によれば、実施者がトレーニングを開始すると、時間の経過に伴って推定モードとトレーニングモードを交互に繰り返す。推定モードからトレーニングモードに移行する際、負荷手段における負荷量の初期値を直前の推定モードにおいて推定手段により推定された筋力値に基づいて設定するように構成したので、時間の経過に伴って疲労が蓄積されても、そのときの筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果がある。

【0069】この発明によれば、実施者のバイタル情報を計測する計測手段を設けるように構成したので、実施者はトレーニング中のバイタル情報を認識することができる効果がある。

【0070】この発明によれば、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、その旨を表示する表示手段を設けるように構成したので、実施者は体調に異常が生じたことを認識することができる効果がある。

【0071】この発明によれば、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、警報音を発生する報知手段を設けるように構成したので、実施

者は体調に異変が生じたことを認識することができる効果がある。

【0072】この発明によれば、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷手段の負荷量を零に変更するように構成したので、実施者の体調に異変が生じた場合には、筋力トレーニングを強制的に中止させることができる効果がある。

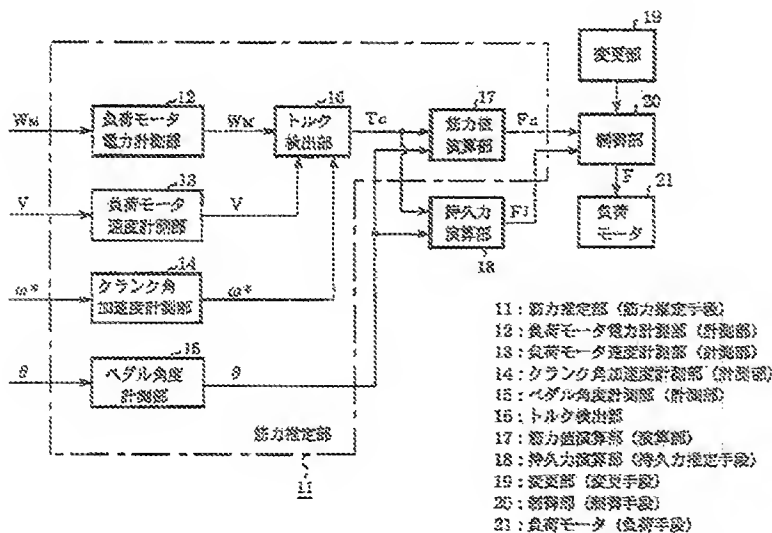
【0073】この発明によれば、計測手段により計測されたバイタル情報が警報値を逸脱した場合には、負荷手段の負荷量を実施者がクランクを回転させることができ 10 ない範囲の値に変更するように構成したので、実施者はクランクを回転させることができなくなり、結果として、筋力トレーニングを強制的に中止させることができる効果がある。

【0074】この発明によれば、計測手段により計測されたバイタル情報を考慮して負荷手段の負荷量を制御するように構成したので、実施者の健康状態が考慮された筋力トレーニングの実施を可能にする効果がある。

【0075】この発明によれば、予め、筋力トレーニングを実施する実施者の筋力値を推定し、その実施者の筋力値に基づいて実施者に運動負荷を与える負荷手段の負荷量を制御するように構成したので、実施者の筋力が心肺機能に比べて劣っている場合でも、実施者の筋力に見合った運動負荷を与えることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】 この発明の実施の形態1による運動療法装置を示す構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による運動療法装置を示す断面図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による運動療法装置の制御方法を示すフローチャートである。

【図4】 実施者の筋力値等の力学関係を説明する説明図である。

【図5】 負荷量の設定等を説明する説明図である。

【図6】 負荷量の設定等を説明する説明図である。

【図7】 負荷量の設定等を説明する説明図である。

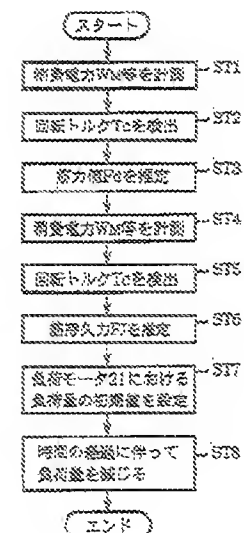
【図8】 この発明の実施の形態5による運動療法装置を示す構成図である。

【図9】 従来の運動療法装置を示す構成図である。

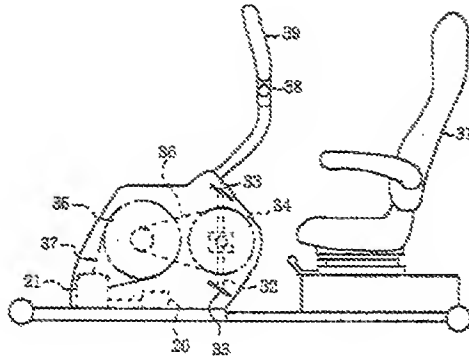
【符号の説明】

11 筋力推定部 (筋力推定手段)、12 負荷モータ電力計測部 (計測部)、13 負荷モータ速度計測部 (計測部)、14 クランク角加速度計測部 (計測部)、15 ペダル角度計測部 (計測部)、16 トルク検出部、17 筋力値演算部 (演算部)、18 持久力演算部 (持久力推定手段)、19 変更部 (変更手段)、20、43 制御部 (制御手段)、21 負荷モータ (負荷手段)、39 表示部 (表示手段)、41 バイタル情報計測部 (計測手段)、42 表示インタフェース部 (表示手段)。

【図3】

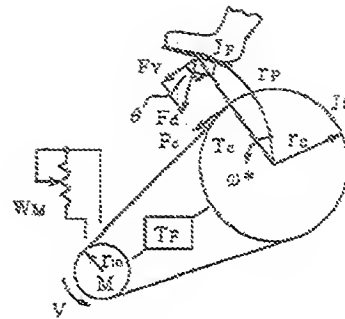


【図2】



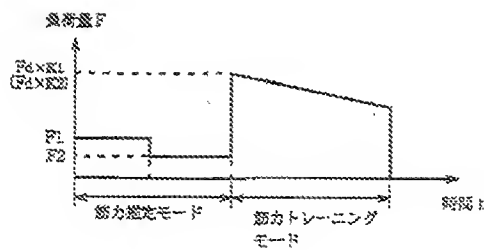
39: 表示部 (表示手段)

【図4】

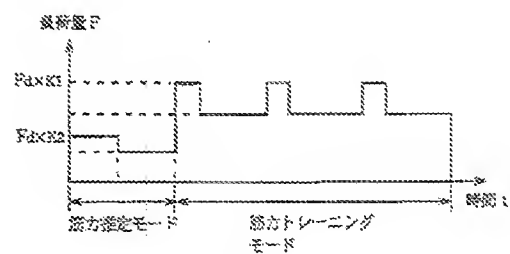


$F_d$ :人がペダルを踏む力 (筋力値)  
 $F_v$ :クランク回転方向成分の力  
 $F_n$ :クランクギヤ部回転方向の力  
 $W_M$ :負荷モータでの消費電力  
 $T_c$ :クランク部の回転トルク  
 $T_f$ :機械伝達損失トルク (ベルト伝達等)  
 $\theta$ :ペダルとクランクの角度  
 $\omega^*$ :クランク角加速度  
 $I_f$ :足踏のイナーシャ  
 $I_p$ :クランクギヤ部のイナーシャ  
 $M$ :負荷モータ  
 $V$ :負荷モータ回転速度  
 $r_m$ :負荷モータ部プーリー半径  
 $r_c$ :クランクギヤ部プーリー半径  
 $r_p$ :クランク長さ (クランク半径)

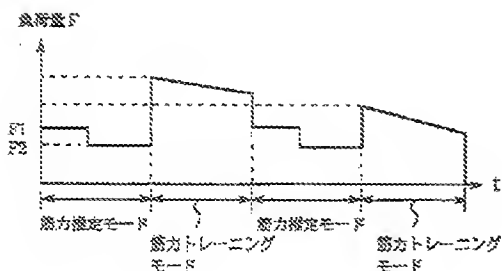
【図5】



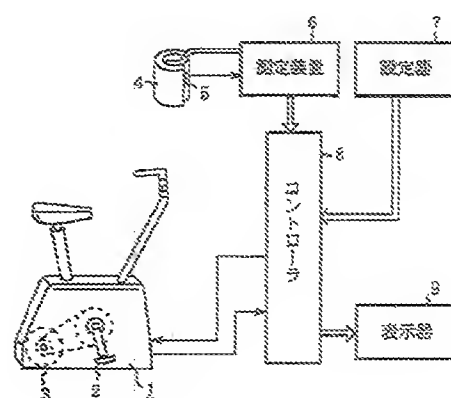
【図6】



【図7】



【図9】



【図8】

